สาทิพย์ กองจันทรา

ATM Internetworking

ระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม เป็นเทคโนโลยีที่คาดว่า จะถูกนำมาใช้แทนเทคโนโลยี ระบบเครือข่ายชนิดเก่า ๆ

อะซิงโครนัสทรานสเฟอร์โหมด (Asynchronous Transfer Mode) หรือระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม นับว่าเป็นระบบเครือข่ายที่ได้การตอบรับจากบรรดาผู้ใช้งานระบบเครือข่ายและผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายเป็นจำนวนไม่น้อยโดยมีอัตราการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก ในระยะเวลาไม่ถึง 3 ปีเต็มที่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ขึ้นปรากฏว่ามีการใช้งานระบบเครือข่ายเอทีเอ็มแล้วไม่น้อยกว่าหลายหมื่นพอร์ตอินเตอร์เฟสเอทีเอ็มในระบบเครือข่ายทั่วโลก และสำหรับในประเทศไทยนั้นจากประสบการณ์ที่ผู้เขียนได้สัมผัสคาดว่าได้มีการใช้งานระบบเครือข่ายเอทีเอ็มในประเทศแล้วไม่น้อยกว่า 500 พอร์ตอินเตอร์เฟสเอทีเอ็ม หรือมากกว่า 30 ระบบเครือข่ายทั่วประเทศ นับเป็นตัวเลขที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่มีการนำเอาเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในครั้งแรกซึ่งมีระยะเวลาไม่เกิน 2 ปีที่ผ่านนี้ ในช่วงแรกเริ่มระบบเครือข่ายเอทีเอ็มได้ถูกนำมาใช้งานในส่วนของระบบเครือข่ายระยะไกล (Wide Area Network) โดยเฉพาะในส่วนของระบบเครือข่ายหลักของระบบ (WAN Backbone) ซึ่งทำให้ระบบเครือข่ายสามารถมีความเร็วการส่งผ่านข้อมูลและมีประสิทธิภาพการรองรับการส่งผ่านข้อมูลชนิดต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนของการติดตั้งและดูแลรักษาระบบเครือข่ายได้เพิ่มขึ้น ความนิยมของการใช้งานระบบเครือข่ายเอทีเอ็มมีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ จนในปี พ.ศ. 2537 หรือประมาณ 4 ปีที่ผ่านมาได้มีการนำเอาเทคโนโลยีของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเข้ามาใช้รองรับการใช้งานในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (Local Area Network) ซึ่งในระยะเวลานั้นในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นมีความต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายหลัก (LAN Backbone) เพื่อรองรับโปรแกรมประยุกต์ (Applications) หรือการสื่อสารชนิดต่าง ๆ ที่นับวันจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ โดยในช่วงแรกนั้นสถาบันมาตรฐาน IETF (Internet Engineering Task Force) ซึ่งเป็นสถาบันที่ทำหน้าที่กำหนดและควบคุมข้อกำหนดการทำงานต่าง ๆ (RFC : Request For Comment) ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในมาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP หรือระบบคอมพิวเตอร์ยูนิกซ์ (UNIX) ที่ใช้งานกันมากในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ได้ประกาศข้อกำหนดแรกที่สามารถนำมาใช้งานกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มให้สามารถรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งข้อกำหนดแรกคือ ข้อกำหนด RFC1483 (Multiprotocol Encapsulation Over ATM) และต่อมาก็ประกาศข้อกำหนดเพิ่มเติมขึ้นอีกคือ ข้อกำหนด RFC1577 (Classical IP Over ATM) เป็นข้อกำหนดที่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มในการรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP ให้ดียิ่งขึ้นกว่าข้อกำหนด RFC1483

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดของสถาบัน IETF จะถูกประกาศใช้งานก่อนสถาบันมาตรฐานอื่น ๆ ก็ตาม แต่บรรดาผู้ใช้งานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งหลายต่างก็ยังไม่นิยมนำมาใช้งานกันจริงในระบบเครือข่ายของตน เพราะเนื่องจากว่าข้อกำหนดนี้ยังไม่สามารถที่จะรองรับ

การทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นนั้นได้อย่างดีพอ เพราะว่าข้อกำหนด RFC ของสถาบัน IETF จะถูกออกแบบให้รองรับได้เฉพาะระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP ของระบบยูนิกซ์เท่านั้น ไม่สามารถที่จะรองรับการสื่อสารของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอลชนิดอื่นได้ เช่น ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Netware ซึ่งใช้มาตรฐานโปรโตคอล IPX ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Windows NT ที่ใช้มาตรฐานโปรโตคอล Netbios เป็นต้น นอกจากนี้ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการส่งผ่านเฟรมข้อมูลในลักษณะของ Broadcasting หรือ Multicasting ข้อกำหนด RFC ก็ไม่สามารถที่จะรองรับการทำงานในลักษณะเช่นนี้ได้เช่นกัน ดังนั้นในช่วงต้นปี พ.ศ. 2538 หรือ 1 ปีถัดมา ทางสถาบันเอทีเอ็มฟอรัม (ATM Forum) ซึ่งเป็นสถาบันกลางที่กำหนดและควบคุมมาตรฐานการทำงานต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มทั้งหมด ได้ประกาศใช้มาตรฐานสำหรับการรองรับการส่งผ่านข้อมูลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม โดยมาตรฐานแรกที่ประกาศใช้คือ มาตรฐาน ATM LAN Emulation หรือเรียกสั้น ๆ ว่ามาตรฐาน LANE เป็นมาตรฐานที่ทำให้ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสามารถที่จะรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นระบบคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP หรือระบบคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอลชนิดอื่น ๆ และแม้แต่การส่งผ่านข้อมูลในลักษณะของ Broadcasting หรือ Multicasting มาตรฐาน LANE ก็จะสามารถรองรับได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นแล้วในช่วงกลางปี พ.ศ. 2541 สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมก็จะประกาศใช้มาตรฐานเพิ่มเติมขึ้นอีก คือ มาตรฐาน MPOA (Multi Protocol Over ATM) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่มีฟังก์ชันการทำงานเทียบเท่าในระดับชั้นเน็ตเวิร์กเลเยอร์สาม (Network Layer) ของมาตรฐานเจ็ดชั้นฟังก์ชันโอเอสไอ (OSI 7-layer) ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสามารถรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ดียิ่งขึ้นอีก

นอกจากข้อกำหนดและมาตรฐานที่กำหนดการทำงานหลัก ๆ ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสำหรับรองรับการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แล้วนั้น ก็ยังมีข้อกำหนดและมาตรฐานอื่นที่มีความสำคัญซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มให้ดียิ่งขึ้นได้อีก อาทิเช่น มาตรฐาน NHRP (Next Hop Routing Protocol) ที่ถูกเสนอนำมาใช้งานกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โปรโตคอล TCP/IP ที่มีการแบ่งหลาย ๆ ไอพีซับเน็ตเวิร์ก (IP Subnet) หรือมาตรฐานสัญญาณที่ควบคุมคุณภาพของข้อมูลที่ส่งผ่านนั้น ๆ (QoS : Quality of Services) และแม้แต่มาตรฐานในด้านความปลอดภัย (FireWall) ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม ก็เป็นมาตรฐานหนึ่งที่มีการพิจารณากันมากทีเดียว โดยมาตรฐานเหล่านี้ก็ได้ถูกเสนอและทดลองใช้งานจริงกันบ้างแล้วในบางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันถือได้ว่ามีเพียงมาตรฐาน LANE และอาจจะเป็นมาตรฐาน MPOA ในอนาคตเท่านั้นที่ได้รับการยอมรับจากบรรดาผู้ใช้งานระบบเครือข่ายทั้งหลาย

แอดเดรสของเอทีเอ็ม (ATM Addressing)

พื้นฐานการส่งผ่านเซลล์เอทีเอ็มจากต้นทางไปยังปลายทางในระดับการทำงานของชั้นฟังก์ชันเอทีเอ็มเลเยอร์ (ATM Layer) จะใช้ระบบการสร้างวงจรเทียม (Virtual Circuit) ระหว่างคู่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ส่งผ่านเซลล์เอทีเอ็ม ซึ่งอาจใช้ได้ทั้งวิธีสร้างวงจรเทียมแบบถาวร (PVC) และวงจรเทียมสวิตช์ (SVP) ขึ้นกับชนิดฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายหรือเครื่องคอมพิวเตอร์จะรองรับ และฟังก์ชันเหนือจากการสร้างวงจรเทียมส่งผ่านเซลล์เอทีเอ็มขึ้นมาในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจะใช้ระบบแอดเดรส (ATM Addressing) เป็นระบบรหัสอ้างอิงของคู่สื่อสารใด ๆ เช่นเดียวกับระบบการสื่อสารของระบบเครือข่ายชนิดอื่น ๆ แต่เนื่องจากว่าระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเป็นระบบที่มีความสามารถในการรองรับการสื่อสารข้อมูลได้หลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารของระบบข้อมูลชนิดไฟล์ข้อมูล (Data) ระบบสื่อสารข้อมูลเสียง (Voice) และระบบสื่อสารข้อมูลวิดีโอหรือรูปภาพเคลื่อนไหว (Video) นอกจากนั้นยังเป็นเทคโนโลยีที่สามารถต่อเชื่อมได้เป็นทั้งระบบเครือข่ายระยะไกล (WAN) และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (LAN) ซึ่งในแต่ละระบบสื่อสารต่าง ๆ ต่างก็มีโครงสร้างของระบบแอดเดรสที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นในการกำหนดระบบแอดเดรสให้กับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจึงจำเป็นต้องมีด้วยกันหลายชนิดวิธีตามแต่ชนิดของการสื่อสารข้อมูลหรือลักษณะของระบบเครือข่ายที่จะต่อเชื่อมด้วยนั้น ซึ่งในปัจจุบันสถาบันเอทีเอ็มฟอรัมได้กำหนดระบบเอทีเอ็มแอดเดรสไว้ด้วยกัน 2 ระบบคือ ระบบเอทีเอ็มแอดเดรสสำหรับการต่อเชื่อมในระบบเครือข่ายสาธารณะ (Public ATM Address) และระบบเอทีเอ็มแอดเดรสสำหรับการต่อเชื่อมในระบบเครือข่ายเฉพาะหน่วยงาน (Private ATM Address) ซึ่งในระบบเอทีเอ็มแอดเดรสสำหรับระบบเครือข่ายสาธารณะนั้นส่วนใหญ่จะใช้รองรับระบบเครือข่ายระยะไกล ดังนั้นจึงใช้โครงสร้างของระบบแอดเดรสเดิมของระบบเครือข่ายระยะไกล คือระบบแอดเดรสที่เป็นรหัสตัวเลขตามมาตรฐานระบบโทรศัพท์ E.164 ซึ่งเป็นมาตรฐานของสถาบันมาตรฐานไอทียู (ITU-T Recommendation) สถาบันหลักของมาตรฐานโลกของระบบโทรศัพท์ ซึ่งค่าแอดเดรสต่าง ๆ ที่กำหนดตามรูปแบบของมาตรฐาน E.164 นั้นจะถูกกำหนดและบริหารโดยหน่วยงานที่ให้บริการระบบเครือข่ายสาธารณะนั้น ๆ เช่น ในประเทศไทยมีหน่วยงานการสื่อสารแห่งประเทศไทย (กสท.) และองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท.) เป็นหน่วยงานที่ให้บริการในด้านนี้ ดังนั้นจึงทำหน้าที่ควบคุมระบบแอดเดรสหรือรหัสของระบบเครือข่ายต่าง ๆ ที่ต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายสาธารณะนั้น ๆ และในส่วนสำหรับระบบเอทีเอ็มแอดเดรสของเครือข่ายเฉพาะหน่วยงานนั้นจะมีรูปแบบเป็นไปตามมาตรฐานแอดเดรส NSAP (Network Service Access Point) ของสถาบันมาตรฐานโอเอสไอ (OSI) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด ISO-8348 หรือเทียบเท่าได้กับมาตรฐาน ITU-T X.213 ของสถาบันไอทียู ระบบเอทีเอ็มแอดเดรสตามมาตรฐาน

ค่าของฟิลด์ข้อมูล AFI (ฐาน16)	ค่าของฟิลด์ข้อมูล AFI (ฐาน2)	รูปแบบเอทีเอ็มแอดเดรส NSAP
0x39	0-0-1-1-1-0-0-1	DCC ATM Address Format
0x47	0-1-0-0-0-1-1-1	ICD ATM Address Format
0x45	0-1-0-0-0-1-0-1	E.164 ATM Address Format

ตารางที่ 1
รูปแบบเอทีเอ็มแอดเดรส NSAP

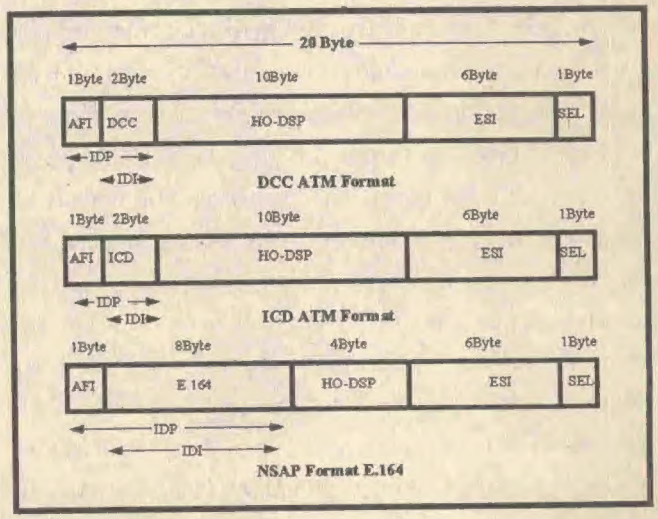
NSAP แบ่งออกเป็นอีก 3 รูปแบบย่อยคือ เอทีเอ็มแอดเดรส NSAP รูปแบบของมาตรฐาน DCC เอทีเอ็มแอดเดรส NSAP รูปแบบมาตรฐาน ICD และเอทีเอ็มแอดเดรส NSAP ในรูปแบบของมาตรฐาน E.164 โดยระบบเอทีเอ็มแอดเดรสมาตรฐาน NSAP ทั้งสามรูปแบบจะมีขนาดของเฟรมเท่ากัน คือมีขนาดเฟรมทั้งหมดเท่ากับ 20 ไบต์ แบ่งออกเป็น 2 ฟิลด์ คือส่วนฟิลด์ข้อมูล IDP (Initial Domain Part) และส่วนฟิลด์ข้อมูล DSP (Domain Specific Part) ซึ่งในส่วนของฟิลด์ข้อมูล IDP จะเป็นส่วนที่กำหนดว่าเอทีเอ็มแอดเดรสนี้มีรูปแบบเป็นไปตามมาตรฐานใด (รูปแบบ DCC, ICD หรือ NSAP-E.164) และมีค่าเริ่มต้นของแอดเดรสที่เท่าใด ซึ่งเป็นไปตามระบบมาตรฐานนั้นที่จะกำหนดมา ฟิลด์ข้อมูล IDP ประกอบด้วยฟิลด์ข้อมูลย่อยอีกสองฟิลด์คือ ฟิลด์ข้อมูล AFI (Authority and Format Identifier) และฟิลด์ข้อมูล IDI (Initial Domain Identifier) โดยค่าของบิตต่าง ๆ ในฟิลด์ข้อมูล AFI จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของเอทีเอ็มแอดเดรสนั้นว่ามีรูปแบบตามมาตรฐานใด ดังค่าเปรียบเทียบในตารางที่ 1 และบิตต่าง ๆ ในฟิลด์ข้อมูล AFI ถัดมานั้นก็จะเป็นบิตที่บรรจุค่าของเอทีเอ็มแอดเดรสในช่วงเริ่มต้นของระบบ ซึ่งจะมีค่าที่แน่นอนตามการกำหนดของแต่ละรูปแบบของมาตรฐานย่อยต่าง ๆ ดังตารางตัวอย่างที่ 2 เป็นตารางตัวอย่างการกำหนดค่าของฟิลด์ข้อมูล AFI ตามรูปแบบของมาตรฐาน DCC

1. เอทีเอ็มแอดเดรสรูปแบบเฟรมแอดเดรส DCC เป็นเอทีเอ็มแอดเดรสมาตรฐาน NSAP ที่มีรูปแบบเฟรมแอดเดรสตามมาตรฐาน ISO National Member Body โดยในฟิลด์ข้อมูล AFI จะมีค่าเท่ากับ Ox39 และในฟิลด์ข้อมูล IDI ก็จะเป็นค่ารหัสหรือค่าเอทีเอ็มแอดเดรสในเริ่มต้นโดยมีค่าแตกต่างกันตามแต่ละประเทศที่เป็นสมาชิกในมาตรฐาน ISO National Member Body นั้น ซึ่งรหัสหรือค่าเอทีเอ็มแอดเดรสในนี้ในแต่ละประเทศจะมีค่าที่แตกต่างกันตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO3166 ดังตารางตัวอย่างที่ 2

2. เอทีเอ็มแอดเดรสรูปแบบเฟรมแอดเดรส ICD เป็นเอทีเอ็มแอดเดรสมาตรฐาน NSAP ที่ใช้รูปแบบของเฟรมแอดเดรสของมาตรฐานสถาบัน British Standards Institute ซึ่งฟิลด์ข้อมูล AFI มีค่าเท่ากับ Ox47 และในกรณีเดียวกันค่าภายในฟิลด์ข้อมูล IDI ก็จะเป็นค่ารหัสหรือเอทีเอ็มแอดเดรสของแต่ละเครือข่ายหรือแต่ละประเทศต่าง ๆ ที่เป็นสมาชิกของมาตรฐานสถาบัน British Standard Institute โดยมีรายละเอียดโครงสร้างของแอดเดรสตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO6523 (1984)

3. เอทีเอ็มแอดเดรสรูปแบบเฟรมแอดเดรส E.164 เป็นการจัดเอทีเอ็มแอดเดรสของมาตรฐาน NSAP ให้มีรูปแบบเฟรมแอดเดรสตามมาตรฐานของระบบมาตรฐาน E.164 ของระบบเครือข่ายสาธารณะ ซึ่งรูปแบบเฟรมของระบบเอทีเอ็มแอดเดรสนี้จะนำมาใช้สำหรับในการต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายระยะไกลที่ใช้มาตรฐานเทคโนโลยี ISDN ซึ่งจะสามารถกำหนดรหัสแอดเดรสต่าง ๆ ของเอทีเอ็มแอดเดรสได้ถึง 15 หลักเพราะขนาดของค่าฟิลด์ข้อมูล IDI มีขนาดถึง 8 ไบต์ด้วยกัน (ซึ่งรูปแบบของมาตรฐานอื่นมีขนาดเพียง 2 ไบต์เท่านั้น) ระบบเอทีเอ็มแอดเดรสชนิดนี้ค่าของฟิลด์ข้อมูล AFI จะมีค่าเท่ากับ Ox45

สำหรับฟิลด์ข้อมูล DSP นั้นเป็นบิตที่บรรจุค่าเอทีเอ็มแอดเดรสในส่วนท้ายของระบบแอดเดรสทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย 2 ฟิลด์ข้อมูลย่อยคือ ฟิลด์ข้อมูล DSP ในส่วนแรกหรือเรียกว่าฟิลด์ข้อมูล HO-DSP (High-Order DSP) และฟิลด์ข้อมูล DSP ในส่วนท้ายหรือเรียกว่าฟิลด์ LO-DSP (Low-Order DSP) โดยฟิลด์ข้อมูล LO-DSP ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ๆ อีกคือ ฟิลด์ข้อมูล ESI (End System Identifier) และฟิลด์ข้อมูล SEL (Selector) ค่าบิตของต่าง ๆ ในฟิลด์ข้อมูล HO-DSP จะเป็นค่าแอดเดรสที่ใช้สำหรับในการคำนวณเส้นทางและการสวิตช์เส้นทางต่าง ๆ ของอุปกรณ์เครือข่ายที่จะต่อเชื่อมระบบซึ่งคืออุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ (ATM Switching) นั่นเอง โดยประกอบด้วยค่าเราติงโดเมน (RD : Routing Domain) และค่ารหัสพื้นที่ (Area Identifier) โดยค่าของบิตในฟิลด์ข้อมูลนี้สามารถจะกำหนดขึ้นเองได้ โดยผู้บริหารเครือข่ายจะ



รูปที่ 1 รูปแบบเอทีเอ็มแอดเดรส NSAP

ออกแบบ ซึ่งจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบสัญญาณ UNI และ PNNI และสำหรับค่าของบิตในฟิลด์ข้อมูล ESI นั้นส่วนใหญ่จะบรรจุค่าแอดเดรสของแต่ละระบบข้อมูลที่สื่อสารนั้น ๆ เช่น ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นก็จะใช้ค่าของค่าแมคแอดเดรส (MAC Address) ซึ่งใช้เป็นระบบแอดเดรสในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นนั่นเอง เป็นต้น และฟิลด์ข้อมูล SEL จะไม่ถูกใช้ในฟังก์ชันหาเส้นทางของระบบแต่อย่างใด จะใช้เฉพาะในอุปกรณ์ปลายทางของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มบางชนิดเท่านั้น

การกำหนดค่าเอทีเอ็มแอดเดรสให้กับอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั้น อุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์นับได้ว่าเป็นอุปกรณ์เครือข่ายหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นอุปกรณ์ที่จะกำหนดค่าเอทีเอ็มแอดเดรสต่าง ๆ ให้กับอุปกรณ์เครือข่ายชนิดอื่น ซึ่งในขั้นต้นจะต้องออกแบบระบบค่าเอทีเอ็มแอดเดรสให้กับอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ในแต่ละเครื่องอย่างถูกต้องตามมาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ โดยในแต่ละเครื่องของเอทีเอ็มสวิตช์จะต้องไม่มีค่าแอดเดรสในส่วนฟิลด์ข้อมูล IDP และฟิลด์ข้อมูล HO-DSP ที่เหมือนกัน มิฉะนั้นแล้วจะทำให้การทำงานของอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ผิดพลาดได้ วิธีการของอุปกรณ์เครือข่ายปลายทางที่จะได้ค่าเอทีเอ็มแอดเดรสในส่วนแรก (IDP+HO-DSP) มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ วิธีมาตรฐานระบบสัญญาณ ILMI (Interim Local Management Interface) และวิธีกำหนดค่า "Well-Know-Address" โดยวิธีมาตรฐานระบบสัญญาณ ILMI นั้นอุปกรณ์เครือข่ายที่ต่อเชื่อมปลายทางของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจะสามารถรับเอาค่าเอทีเอ็มแอดเดรสส่วนหน้าจากอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ได้อย่างอัตโนมัติ โดยใช้ขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลในเบื้องต้นของระบบสัญญาณตามมาตรฐาน UNI Signaling (UNI3.0/3.1) และสำหรับวิธีการกำหนดค่า "Well-Know-Address" คือการกำหนดค่าเอทีเอ็มแอดเดรสส่วนหน้าให้กับอุปกรณ์เครือข่ายนั้น ๆ โดยตรง (ซึ่งส่วนใหญ่แล้วบริษัทหรือโรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์เครือข่ายเหล่านี้มักกำหนดค่าแอดเดรสในส่วน "Well-Know-Address"มากับเครื่องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว) หลังจากอุปกรณ์เครือข่ายรวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมโดยตรงกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั้นได้ค่าเริ่มต้นหรือค่าเอทีเอ็มแอดเดรสส่วนหน้าเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมื่อมีการส่งผ่านข้อมูลข้ามระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเกิดขึ้น อุปกรณ์เครือข่ายปลายทางก็จะบรรจุค่าแอดเดรสในส่วนท้ายอย่างอัตโนมัติ ซึ่งค่าแอดเดรสในส่วนท้ายจะมีความแตกต่างกันตามแต่ชนิดของระบบข้อมูลที่สื่อสารกันดังที่กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ 2 ตารางตัวอย่างค่ารหัสโค้ด DCC ของประเทศต่าง ๆ

Country	A2	A3	Number
AUSTRALIA	AU	AUS	036
CHINA	CN	CHN	156
FRANCE	FR	FRN	250
HONG KONG	HK	HKG	344
INDONESIA	ID	IDN	360
JAPAN	JP	JPN	392
LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC	LA	LAO	418
MALAYSIA	MY	MYS	458
SINGAPORE	SG	SGP	702
THAILAND	TH	THA	764
UNITED STATES	US	USA	840

Soucre : ISO 3166 Maintenance Agency
Web page: FTP//ftp.ripe.net:21/iso3166-countrycodes
Lastest change : Tue Jan 7 15 : 57 : 16 MET 1997

เอทีเอ็มสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer ATM Network)

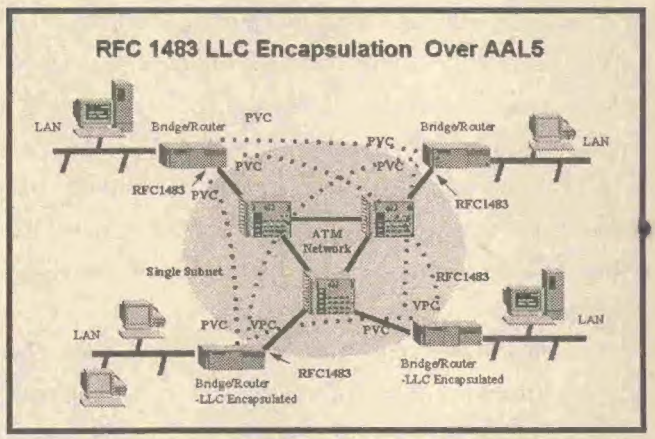
ถึงแม้ว่าในช่วงเวลาที่มีความนิยมใช้งานระบบเครือข่ายเอทีเอ็มกันมาก ในส่วนระบบเครือข่ายระยะไกลซึ่งมีสถาบันเอทีเอ็มฟอรัมคอยควบคุมและกำหนดมาตรฐานกลางต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มออกมานั้น ในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น มาตรฐานแรกที่กำหนดออกมากลับเป็นมาตรฐานของสถาบัน IETF ที่เป็นสถาบันที่กำหนดข้อกำหนดการทำงานต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายสำหรับระบบเครือข่ายด้านอินเทอร์เน็ต (RFC Series) โดยเฉพาะ ซึ่งข้อกำหนดแรกที่สถาบัน IETF ประกาศใช้คือ ข้อกำหนด RFC1483 (Multiprotocol Encapsulation Over ATM) และต่อมาก็ได้ออกข้อกำหนดใหม่เพิ่มเติมคือข้อกำหนด RFC1577 (Classical IP Over ATM) โดยทั้งสองข้อกำหนดนั้นในปัจจุบันก็ยังคงมีใช้งานกันอยู่บ้าง แต่มีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อย ๆ เพราะหลังจากที่สถาบัน IETF ได้ประกาศใช้ข้อกำหนด RFC1483 และ RFC1577 ได้ไม่ถึงหนึ่งปีเต็ม สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมก็ได้กำหนดแนวทางและมาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเพื่อรองรับการส่งผ่านเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ออกมา ซึ่งคือมาตรฐาน LANE (LAN Emulation) ที่นิยมใช้มากที่สุดในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มปัจจุบันนี้ นอกจากนั้นในประมาณกลางปีหน้าสถาบันเอทีเอฟอรัมก็จะประกาศใช้มาตรฐานเพิ่มเติมขึ้นอีกคือ มาตรฐาน MPOA (Multiprotocol Over ATM)

- ข้อกำหนด RFC-1483 หรือเรียกว่า Multiprotocol Encapsulator Over ATM Adaptation Layer 5 เป็นวิธีการแรกที่ถูกนำเสนอมาใช้งานกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเพื่อรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยนับว่าเป็นวิธีการในระดับขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะใช้วิธีของการหุ้มเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอลชนิดต่าง ๆ ด้วยรูปแบบของเฟรม LLC (Logical Link

Control) ของมาตรฐาน IEEE802.2 ของระบบเครือข่ายอีเธอร์เน็ต จากนั้นก็จะส่งผ่านออกไปในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มในรูปแบบของเซลล์เอทีเอ็มเพื่อส่งผ่านต่อไป โดยในอีกด้านหนึ่งของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มก็จะมีการทำงานในลักษณะตรงกันข้าม คือจะรับเอาเซลล์เอทีเอ็มเหล่านั้นมาแล้วรวมกันจัดให้อยู่ในรูปแบบของเฟรม LLC เพื่อถอดเฟรมออกเป็นเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น ๆ ดังนั้นรูปแบบของการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายเอทีเอ็มด้วยวิธีนี้ อุปกรณ์เครือข่ายที่ต่อเชื่อมปลายทางของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจะต้องมีฟังก์ชันการทำงานในชั้นระดับฟังก์ชันของเฟรม LLC ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์เครือข่ายจำพวกบริดจ์ (Bridge) และเราเตอร์ (Router) ดังรูปตัวอย่างที่ 2

ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่ใช้ข้อกำหนด RFC1483 ระบบจะไม่สามารถต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง เพราะฟังก์ชันการทำงานของข้อกำหนด RFC1483 เป็นวิธีการที่หุ้มเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั่นเอง ซึ่งจะต้องมีฟังก์ชันการหุ้มเฟรมในส่วนต้นและฟังก์ชันการถอดเฟรมส่วนท้ายเป็นคู่เสมอ นอกจากนั้นแล้วการกำหนดค่าวงจรเทียมสำหรับการต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์เครือข่าย (เราเตอร์) ระหว่างระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจะต้องกำหนดด้วยวิธีวงจรเทียมแบบถาวร (PVC) เท่านั้น ซึ่งทำให้ถ้ามีการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลาย ๆ ระบบข้ามระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเดียวกัน จะทำให้มีความยุ่งยากอย่างมากที่จะติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ ได้ทั้งหมด และการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายเหล่านั้นก็มีความยุ่งยากมากเช่นกัน

- ข้อกำหนด RFC-1577 หรือวิธีการที่เรียกว่า Classical IP Over ATM เป็นข้อกำหนดที่สถาบัน IETF ได้พัฒนาให้ระบบเอทีเอ็มสามารถรองรับการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ดียิ่งขึ้นมากกว่าข้อกำหนด RFC1483 เดิม ซึ่งปัญหาหลักของการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายเอทีเอ็มกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์คือ ลักษณะการส่งผ่านข้อมูลในระบบเครือข่ายที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายระยะไกลจะมีการส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ ในลักษณะ "สำรวจเส้นทางก่อนส่งผ่านข้อมูล" (Connection Oriented) แต่ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นมีการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะ "ส่งผ่านข้อมูลได้โดยตรง" (Connectionless) ซึ่งไม่ต้องสำรวจเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลแต่อย่างใด ดังนั้นลักษณะการส่งผ่านข้อมูลที่แตกต่างกันมากเช่นนี้ทำให้ข้อกำหนด RFC1483 ไม่สามารถที่จะรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายเอทีเอ็มได้ดีพอ สถาบัน IETF จึงได้คิดค้นข้อกำหนดใหม่ออกมาเป็นข้อกำหนด RFC1577 ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ทำให้ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสามารถที่จะต่อเชื่อมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ได้โดยตรง โดยจะมีฟังก์ชันที่รองรับการทำงานในลักษณะ "ส่งผ่านข้อมูลได้โดยตรง" (Connectionless) ที่เรียกว่าฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP โดยฟังก์ชันนี้จะมีการทำงานในลักษณะเช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน ARP (Address Resolution Protocol) ของ



รูปที่ 2 การทำงานของข้อกำหนด RFC1483

มาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP บนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น ฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP ของข้อกำหนด RFc1577 จะทำหน้าที่ให้บริการการกำหนดและเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าไอพีแอดเดรส (IP Address) ของระบบคอมพิวเตอร์โปรโตคอล TCP/IP กับค่าเอทีเอ็มแอดเดรส (ATM Address) ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการทำงานของฟังก์ชันโปรโตคอล ARP ที่เปรียบเทียบระหว่างค่าไอพีแอดเดรสกับค่าแมคแอดเดรส (MAC Address) นั่นเอง

การทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้ข้อกำหนด RFC1577 นั้น เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ต้องการการส่งผ่านเฟรมข้อมูลในระดับไอพีแอดเดรสไปยังเครื่องปลายทางที่ต่อเชื่อมกับอีกระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยข้ามระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเกิดขึ้น ในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น การทำงานของระบบก็ยังคงเหมือนเดิมคือ เครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางจะส่งเฟรมข้อมูลนั้นออกมาโดยในเบื้องต้นเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ส่งออกมานั้นจะมีส่วนที่เป็นค่ากำกับแอดเดรสของการสื่อสารคือค่าไอพีแอดเดรสต้นทาง (Source IP Address) และไอพีแอดเดรสปลายทาง (Destination IP Address) เมื่อเฟรมข้อมูลนั้นถูกส่งมายังอุปกรณ์เครือข่ายปลายทางที่ต่อเชื่อมระหว่างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม อุปกรณ์เครือข่ายนั้นจะสร้างวงจรเทียมขึ้นมาเพื่อเชื่อมเข้ากับฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP โดยปกติแล้วจะใช้วิธีวงจรเทียมสวิตช์ (SVC) จากนั้นอุปกรณ์เครือข่ายก็จะส่งเฟรมขอใช้บริการ (ARP_REUEST) กับฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP เพื่อขอค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่ายที่มีค่าไอพีแอดเดรสปลายทางของการสื่อสารต่อเชื่อมอยู่ด้วย ถ้าเซอร์ฟเวอร์ได้มีค่าของไอพีแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสที่ต้องการอยู่ในตาราง (ATMARP Table) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เซอร์ฟเวอร์ก็จะตอบรับการบริการ ATMARP ด้วยเฟรมควบคุมตอบรับ (ARP_REPLY) กลับไปยังอุปกรณ์เครือข่ายนั้น ๆ การที่ฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP จะมีค่าไอพีแอดเดรสและเอทีเอ็ม

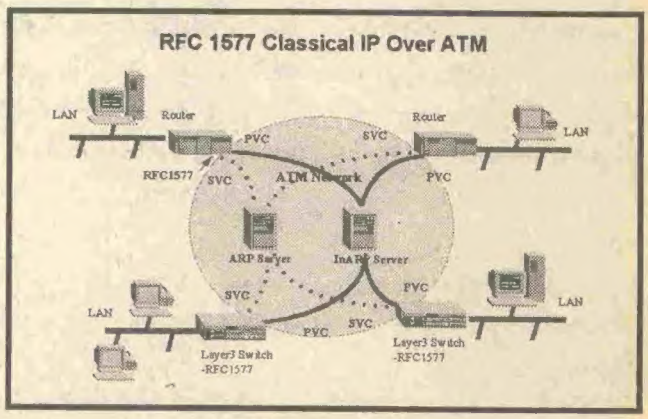
แอดเดรสใด ๆ อยู่ในตารางนั้น เซอร์ฟเวอร์ ATMARP จะอาศัยฟังก์ชันการทำงานของฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ InATMARP โดยมีฟังก์ชันการทำงานในทางตรงกันข้ามกับฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP (มีลักษณะเช่นเดียวกับฟังก์ชัน InARP (Inverse Address Resolution Protocol) บนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โปรโตคอล TCP/IP นั่นเอง) ซึ่งในการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ ที่ต่อเชื่อมโดยตรงกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจะต้องกำหนดค่าวงจรเทียมถาวร (PVC) ระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายนั้นกับเซอร์ฟเวอร์ InATMARP เสมอ ดังนั้นฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ InATMARP จะสามารถเรียนรู้ค่าไอพีแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายที่ต่อเชื่อมได้ทั้งหมดผ่านวงจรเทียมที่กำหนดตายตัวนั่นเอง เมื่อเซอร์ฟเวอร์ต้องการทราบค่าไอพีแอดเดรสหรือเอทีเอ็มแอดเดรสใด ๆ เซอร์ฟเวอร์ ATMARP จะส่งเฟรมมายังเซอร์ฟเวอร์ InATMARP เพื่อขอใช้บริการ (InARP_REQUEST) จากนั้นเซอร์ฟเวอร์ InATMARP จะสำรวจค่าไอพีแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสต่าง ๆ ผ่านวงจรเทียมที่เชื่อมต่ออยู่นั้น จากนั้นก็จะตอบ (InARP_REPLY) กลับไป ซึ่งเซอร์ฟเวอร์ ATMARP ก็จะเพิ่มค่าไอพีแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสที่ได้มาในตาราง ATMARP ของระบบเพื่อให้บริการต่อไป

ในการออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มด้วยข้อกำหนด RFC1577 ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับเครื่องเซอร์ฟเวอร์ต่อเชื่อมโดยตรงเข้ากับระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม (ด้วยการ์ดอินเตอร์เฟสของระบบเอทีเอ็ม ATM NIC) แล้วให้ทำงานด้วยฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP และ InATMARP ดังรูปที่ 3 ส่วนอุปกรณ์เครือข่ายที่จะต่อเชื่อมระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั้นเนื่องจากว่าฟังก์ชันการทำงานของข้อกำหนด RFC1577 เป็นฟังก์ชันที่มีการเปรียบเทียบค่าแอดเดรสระหว่างฟังก์ชันแอดเดรสในระดับเลเยอร์สาม (Network Layer) กับฟังก์ชันแอดเดรสในระดับเลเยอร์สอง (Data Link Layer) ดังนั้นอุปกรณ์เครือข่ายปลายทางจะต้องสามารถรองรับฟังก์ชันการทำงานในระดับเลเยอร์สามได้ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะเป็นอุปกรณ์เครือข่ายจำพวกอุปกรณ์เราเตอร์และแลนสวิตช์เลเยอร์สามหรือการ์ดอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ และสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่หลาย ๆ ค่าไอพี (ซับ) เน็ตเวิร์ก (IP Network) ซึ่งเชื่อมต่อด้วยระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั้น ในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มต้องมีฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ ATMARP และ InATMARP ครบตามจำนวนของไอพี (ซับ) เน็ตเวิร์กที่เชื่อมต่อด้วยเสมอ และก็ต้องมีอุปกรณ์เราเตอร์ต่อเชื่อมโดยตรงเข้ากับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มด้วยเพื่อใช้ทำหน้าที่ส่งผ่านเฟรมข้อมูลข้ามระหว่างไอพี (ซับ) เน็ตเวิร์กต่าง ๆ เหล่านั้นดังตัวอย่างรูปที่ 4 ข้อสังเกตอีกข้อหนึ่งสำหรับการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มด้วยข้อกำหนด RFC1577 นั่นคือขนาดของเฟรมข้อมูลในระบบโปรโตคอล TCP/IP หรือที่เรียกว่า ขนาดเฟรมของ MTU (Maximum Tranfered Unit) ซึ่งในสภาวะปกติในระบบเครือข่ายอีเธอร์เน็ต (Ethernet) จะมีขนาด MTU เท่ากับ 1,500 ไบต์ แต่สำหรับในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มตามข้อกำหนด RFC1577 จะใช้ขนาดที่ 9,188 ไบต์ โดยเป็นส่วนของ LLC/SNAP Header จำนวน 8 ไบต์ ดังนั้นก็จะเหลือที่เป็นส่วนของข้อมูลของระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม (AAL5 Data Unit) เท่ากับ 9,180 ไบต์

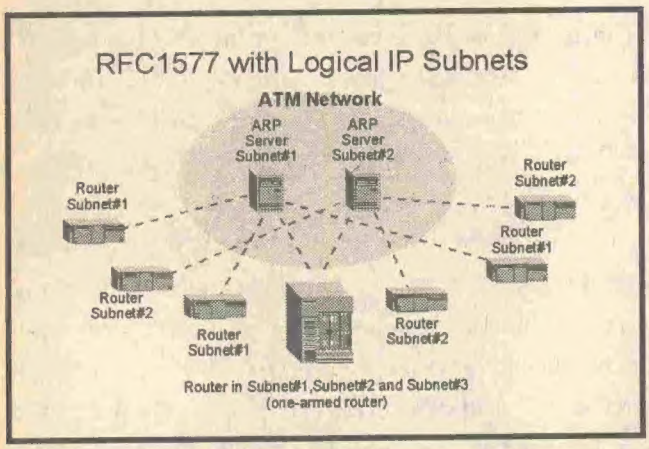
ถึงแม้ว่าข้อกำหนด RFC1577 จะสามารถต่อเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มได้โดยตรง แต่ข้อกำหนด RFC1577 ก็ยังมีขีดจำกัดในอีกหลาย ๆ ด้านด้วยกัน เช่น ข้อกำหนดนี้จะรองรับการต่อเชื่อมของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้เฉพาะมาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP ได้เท่านั้น มาตรฐานอื่น ๆ (Netware IPX, DECnet, NETBIO) จะไม่สามารถรองรับการส่งผ่านข้อมูลได้ และการติดตั้งของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายเข้ากับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มก็ยังไม่มีความสะดวกมากนัก ถึงแม้ว่าจะสามารถใช้วิธีวงจรสวิตช์ (SVC) กับการต่อเชื่อมของอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ ในระบบได้ แต่ก็ต้องมีการกำหนดด้วยวิธีวงจรถาวร (PVC) ให้กับทุก ๆ อุปกรณ์เครือข่ายเหล่านั้นเสมอ เพื่อที่จะต่อเชื่อมโดยตรงกับฟังก์ชันเซอร์ฟเวอร์ InATMARP นั่นเอง นอกจากนั้นที่สำคัญคือการทำงานของข้อกำหนด RFC1577 ยังไม่สามารถรองรับการแปลงค่าระหว่างไอพีแอดเดรสในลักษณะ Broadcast Address และ Multicast Address กับค่าเอทีเอ็มแอดเดรสได้แต่อย่างใด

มาตรฐานเอทีเอ็มแลนอีมูเลชัน (ATM LAN Emulation)

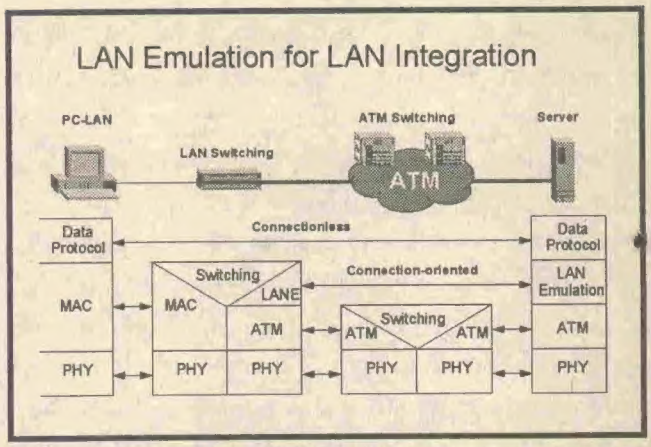
หลังจากที่ประสบความสำเร็จในระบบเครือข่ายระยะไกลของสถาบันเอทีเอ็มฟอรัมในการควบคุมและกำหนดมาตรฐานกลางต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มแล้วนั้น ต่อมาปี พ.ศ. 2538 สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมก็ได้กำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานของระบบเอทีเอ็มสำหรับรองรับการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมาครั้งแรก โดยมาตรฐาน



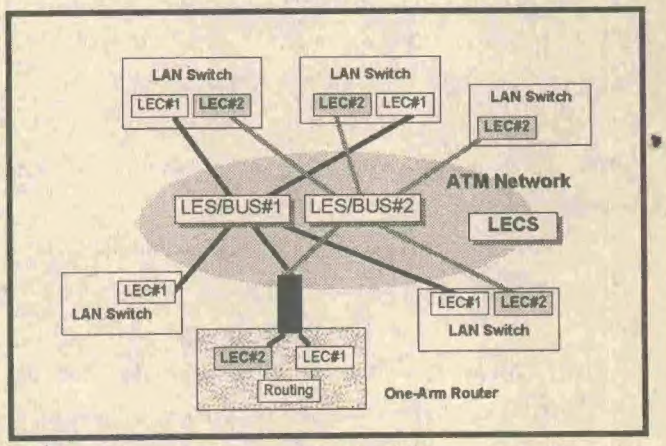
รูปที่ 3 การทำงานของข้อกำหนด RFC1577



รูปที่ 4 ตัวอย่างการออกแบบระบบเครือข่ายเอทีเอ็มด้วยข้อกำหนด RFC1577



รูปที่ 5 ระบบมาตรฐาน LAN Emulation



รูปที่ 6 องค์ประกอบมาตรฐาน LANE ฟังก์ชัน LEC และฟังก์ชัน IES/BUS

แรกที่ได้ประกาศใช้นั่นคือมาตรฐาน LANE (LAN Emulation) ซึ่งในปัจจุบันทุก ๆ ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่ต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะใช้วิธีของมาตรฐาน LANE กันทั้งสิ้น เพราะมาตรฐาน LANE ถือได้ว่าเป็นมาตรฐานกลางมาตรฐานแรกของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่ได้ยอมรับกันทั่วโลกมากที่สุด คุณสมบัติฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ของมาตรฐานสามารถที่จะรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นระบบคอมพิวเตอร์มาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP ของระบบยูนิกซ์ มาตรฐานโปรโตคอล IPX ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Netware มาตรฐานโปรโตคอล Netbios ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Windows NT หรือมาตรฐานโปรโตคอลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่น ๆ (DECnet, LAT, Appletalk) สามารถที่จะใช้มาตรฐาน LANE รองรับการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เหล่านั้นได้เป็นอย่างดี ต่างกับวิธีของข้อกำหนด RFC1577 ที่สามารถรองรับได้เฉพาะมาตรฐานโปรโตคอล TCP/IP เท่านั้น นอกจากนั้นการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะของ Broadcasting หรือลักษณะ Multicasting มาตรฐาน LANE ก็ยังสามารถที่จะรองรับการส่งผ่านในลักษณะเช่นนี้ได้เป็นอย่างดีอีกเช่นกัน นอกจากมาตรฐาน LANE ที่สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมได้กำหนดขึ้นมาเมื่อ 2 ปีที่ผ่านมาแล้วนั้น ในช่วงกลางปีนี้ (พ.ศ. 2541) สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมก็จะประกาศออกมาตรฐานเพิ่มเติมขึ้นอีกคือ มาตรฐาน MPOA (Multi Protocol Over ATM) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้งานควบคู่กับมาตรฐาน LANE ซึ่งจะช่วยให้ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสามารถรองรับการส่งผ่านข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ดียิ่งขึ้น

มาตรฐาน LANE เป็นมาตรฐานที่มีฟังก์ชันการทำงานเทียบเท่ากับชั้นฟังก์ชันในระดับฟังก์ชันดาต้าลิงก์ (DataLink Layer) เลเยอร์ที่สองของมาตรฐานโอเอสไอ 7-เลเยอร์ (OSI 7-Layer) ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานเกี่ยวข้องกับฟังก์ชันของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในระดับฟังก์ชัน MAC (Media Access Control) และฟังก์ชัน LLC (Logical Link Control) นั่นเอง โครงสร้างการทำงานของมาตรฐาน LANE มีโครงสร้างในลักษณะเป็นระบบไคลเอนต์-เซอร์ฟเวอร์ (Client-Server) โดยจะประกอบด้วยสองฟังก์ชันหลัก ๆ คือฟังก์ชันบริการ (LANE Service) และฟังก์ชันขอใช้บริการ (LANE Client) ฟังก์ชันที่ให้บริการแบ่งออกได้อีกสามฟังก์ชันย่อยคือ ฟังก์ชัน LANE Server (LES) ฟังก์ชัน LANE Configuration Server (LECS) และฟังก์ชัน Broadcast and Unknow Server (BUS) โดยแต่ละฟังก์ชันจะมีการทำงานและการให้บริการที่แตกต่างกันไป ส่วนฟังก์ชันที่ใช้บริการนั้นเรียกว่าฟังก์ชัน LANE Client หรือ LEC ฟังก์ชันของมาตรฐาน LANE นี้จะขั้นกลางระหว่างฟังก์ชันของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มดังรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

มาตรฐาน LANE เป็นการกำหนดให้ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสามารถทำงานรองรับการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ดี (Connectionless) โดยจะมีส่วนที่ทำหน้าในด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลสำหรับควบคุมการส่งผ่านต่าง ๆ (LANE Service) ซึ่ง

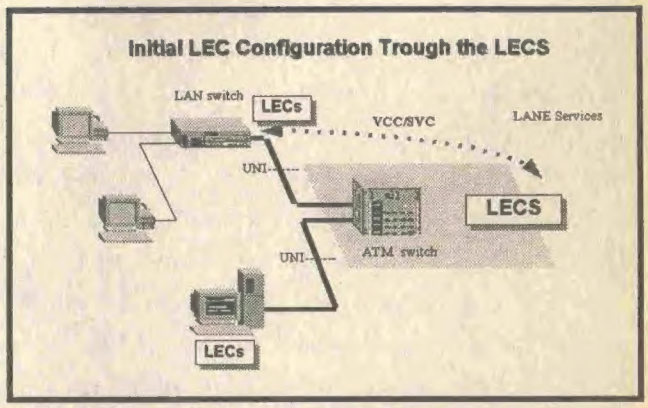
ประกอบด้วยฟังก์ชัน LES ฟังก์ชัน LECS และฟังก์ชัน BUS ดังที่กล่าวมาแล้ว และในส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่ายที่จะต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มก็จะมีฟังก์ชันที่ขอใช้บริการ (LANE Client: LEC) นั้น ๆ โดยฟังก์ชันที่ให้บริการมีหน้าที่ที่แตกต่างกันดังนี้

● ฟังก์ชัน LES (LAN Emulation Server) จะให้บริการด้านฐานข้อมูลแลกเปลี่ยนต่าง ๆ ระหว่างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม เช่น การกำหนดค่าแอดเดรสต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายทั้งสอง โดยจะมีตารางเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าแมคแอดเดรส (MAC Address) กับค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของการส่งผ่านข้อมูลใด ๆ การกำหนดขนาดของเฟรมทั้งหมดของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่จะส่งผ่านข้ามระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม ชนิดของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นที่ต่อเชื่อม (ระบบอีเธอร์เน็ตหรือระบบโทเค็นริง) เป็นต้น

● ฟังก์ชัน BUS (Broadcast and Unkonw Server) เป็นฟังก์ชันที่ถูกออกแบบให้รองรับการส่งผ่านเฟรมข้อมูลในลักษณะ Broadcasting และ Multicasting ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ เพราะว่าในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นจะมีการส่งผ่านเฟรมข้อมูลในลักษณะนี้อยู่ตลอดเวลา เช่น ฟังก์ชัน ARP (Address Resolution Protocol) ของระบบคอมพิวเตอร์ TCP/IP หรือเฟรมข้อมูล SAP (Service Advertising Protocol) ของระบบคอมพิวเตอร์ Netware ซึ่งระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจำเป็นต้องมีฟังก์ชันที่จะรองรับการทำงานในลักษณะนี้เสมอ

● ฟังก์ชัน LECS (LAN Emulation Configuration Server) เป็นการออกแบบเพื่อมาตรฐาน LANE สามารถรองรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ได้ โดยในการออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่จะต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั้นจะต้องกำหนดให้มีกลุ่มของคู่ฟังก์ชันระหว่างฟังก์ชัน LEC และฟังก์ชัน LES/BUS จำนวนหลายกลุ่มด้วยกัน (Virtual Network) เพื่อที่จะควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบเครือข่ายให้ดี ดังในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่ประกอบด้วยคู่ฟังก์ชันของฟังก์ชัน LES และ BUS หลาย ๆ กลุ่ม จึงจะต้องมีฟังก์ชันของระบบที่จะควบคุมการจัดสมาชิกของฟังก์ชัน LEC ในอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ ให้อยู่ในกลุ่มฟังก์ชัน LES/BUS ใด ๆ ของระบบ โดยมาตรฐาน LANE มีฟังก์ชันที่ทำหน้าที่นี้ คือ ฟังก์ชัน LECS ดังนั้นในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยคู่ฟังก์ชัน LES และ BUS ได้หลายกลุ่ม แต่จะมีฟังก์ชัน LECS ได้เพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น (สำหรับมาตรฐาน LANE เวอร์ชัน 1) ดังรูปตัวอย่างที่ 6 นั่นเอง

ขั้นตอนการทำงานของระบบมาตรฐาน LANE นั้นเมื่อมีความต้องการส่งผ่านเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ข้ามระบบเครือข่ายเอทีเอ็มเกิดขึ้น ฟังก์ชัน LEC ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่ายที่รองรับการส่งเฟรมข้อมูลในเบื้องต้นจะพยายามติดต่อสื่อสารกับฟังก์ชัน LECS เพื่อขอค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน LES ที่ตนเป็นสมาชิกอยู่ เพื่อที่จะทำการส่งผ่านเซลล์ข้อมูลเอทีเอ็ม



รูปที่ 7 การทำงานของฟังก์ชัน LEC กับฟังก์ชัน LECS

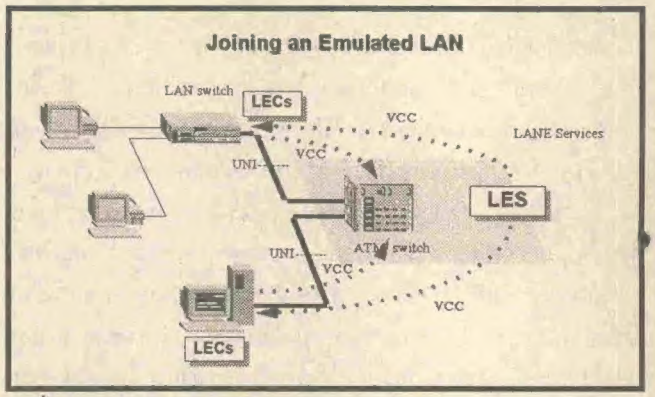
ต่อไป ซึ่งในการติดต่อสื่อสารโดยตรงกับฟังก์ชัน LECS ของฟังก์ชัน LEC สามารถทำได้ด้วยกันหลายวิธีคือ วิธีกำหนดค่า "well-know address" เป็นการกำหนดเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน LECS ให้กับฟังก์ชัน LEC โดยตรง ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการติดตั้งมาก และเหมาะสมสำหรับการทำงานของมาตรฐาน LANE ในอนาคตที่จะสามารถกำหนดให้มีฟังก์ชัน LECS ได้มากกว่าหนึ่งฟังก์ชัน (LANE เวอร์ชัน 2)ได้ หรือใช้วิธีระบบมาตรฐานสัญญาณ "ILMI (Interim Local Management Interface)" เป็นวิธีที่ใช้ระบบควบคุมสัญญาณต่อเชื่อมของมาตรฐาน ILMI ระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายที่มีฟังก์ชัน LEC กับอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ที่ต่อเชื่อมด้วย โดยอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์สามารถจะกำหนดค่าเอทีเอ็มแอดเดรสให้กับฟังก์ชัน LEC ได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งผู้ออกแบบระบบเครือข่ายจะต้องกำหนดค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน LECS ให้กับอุปกรณ์เอทีเอ็มทุก ๆ เครื่องที่อยู่ในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มก่อนเสมอ และในอีกวิธีหนึ่งในบางระบบเครือข่ายเอทีเอ็มอาจกำหนดด้วยวิธี "Predefined VCC" ซึ่งเป็นการกำหนดค่าของวงจรเทียมถาวร (PVC) ระหว่างฟังก์ชัน LEC และฟังก์ชัน LECS ไว้ก่อนทุก ๆ อุปกรณ์เครือข่ายที่ต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม ซึ่งวิธีนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันนักเพราะมีความยุ่งยากมากในการกำหนดค่าวงจรเทียมถาวรทุก ๆ เครื่อง นอกจากนั้นในบางระบบเครือข่ายเอทีเอ็มอาจจะกำหนดค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน LES ของกลุ่มที่ฟังก์ชัน LEC เป็นสมาชิกอยู่นั้นให้กับฟังก์ชัน LEC โดยตรง ซึ่งในกรณีเช่นนี้การทำงานของมาตรฐาน LANE จะข้ามการทำงานระหว่างฟังก์ชัน LEC กับฟังก์ชัน LECS ไปนั่นเอง

เมื่อฟังก์ชัน LEC ทราบเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน LES แล้วก็จะสร้างวงจรเทียมด้วยวิธีวงจรเทียมสวิตช์ (SVC) เชื่อมต่อโดยตรงกับฟังก์ชัน LES จากนั้นฟังก์ชัน LEC จะให้ค่าแมคแอดเดรสและค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของตนกับฟังก์ชัน LES เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลของระบบต่อไป ซึ่งฟังก์ชัน LES ก็จะกำหนดค่ารหัสเฉพาะ (LANE ID) ให้กับฟังก์ชัน LEC นั้น ๆ กลับไป ค่ารหัสเฉพาะนี้ฟังก์ชัน LES จะใช้

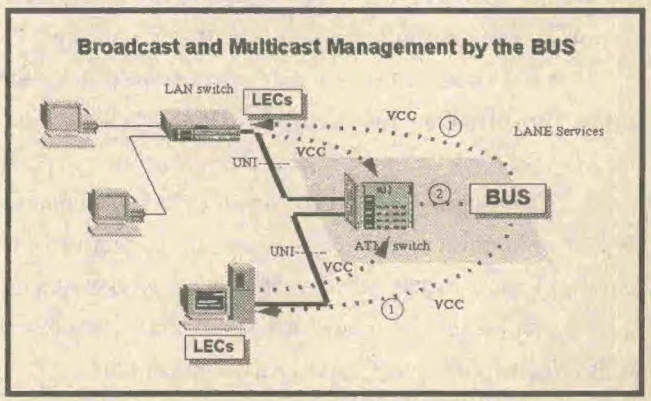
สำหรับในการควบคุมการส่งเซลล์เอทีเอ็มใดของฟังก์ชัน LEC นั่นเอง หลังจากที่ฟังก์ชัน LEC สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลเบื้องต้นกับฟังก์ชัน LES เรียบร้อยแล้ว ฟังก์ชัน LEC ก็จะส่งเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในลักษณะเฟรมของ Broadcast MAC Address ซึ่งมีค่าบิตของแมคแอดเดรสเท่ากับหนึ่งทุก ๆ บิตมายังฟังก์ชัน LES ซึ่งฟังก์ชัน LES ก็จะให้ค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน BUS (ซึ่งได้กำหนดไว้แล้วในฟังก์ชัน LES) กลับไปให้เพื่อฟังก์ชัน LEC จะทำการสร้างวงจรเทียม (SVC) เพื่อเชื่อมกับฟังก์ชัน BUS ต่อไป โดยฟังก์ชัน LEC ก็จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับฟังก์ชัน BUS ในกรณีเช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน LES คือฟังก์ชัน BUS จะได้ค่าแมคแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสของฟังก์ชัน LEC นั้นเก็บไว้ในฐานข้อมูลดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9 ตามลำดับ ซึ่งหลังจากนั้นฟังก์ชัน LEC ก็จะสามารถส่งผ่านเซลล์ข้อมูลเอทีเอ็มใด ๆ ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มได้

เมื่อฟังก์ชัน LEC ได้สร้างวงจรเทียมกับทั้งฟังก์ชัน LES และฟังก์ชัน BUS เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และเมื่อมีการส่งผ่านเฟรมข้อมูลของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เกิดขึ้น ฟังก์ชัน LEC จะส่งเซลล์ข้อมูลขอบริการ (LAE ARP) มายังฟังก์ชัน LES เพื่อหาค่าแมคแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสของปลายทาง ซึ่งฟังก์ชัน LES จะส่งเซลล์ข้อมูลควบคุมไปยังทุกฟังก์ชัน LEC ที่ต่อเชื่อมอยู่นั้น เพื่อตรวจสอบค่าแอดเดรสต่าง ๆ ของระบบเครือข่าย เมื่อฟังก์ชัน LEC ใดที่ต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่จะถูกส่งข้อมูลมาให้นั้นได้รับเซลล์ข้อมูลจากฟังก์ชัน LES แล้ว ก็จะตอบกลับพร้อมแจ้งค่าแมคแอดเดรสและเอทีเอ็มแอดเดรสของตนไปด้วย ซึ่งฟังก์ชัน LES ก็จะส่งผ่านเซลล์ข้อมูลควบคุมไปทุก ๆ ฟังก์ชัน LEC อีกครั้งหนึ่ง โดยในครั้งนี้ฟังก์ชัน LEC ที่ต้องการส่งผ่านเซลล์ข้อมูลนั้นก็จะได้รับค่าแมคแอดเดรสและค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของระบบปลายทาง จากนั้นก็จะสร้างวงจรเทียม (SVC) ต่อเชื่อมโดยตรงกับฟังก์ชัน LEC ปลายทางนั้นเพื่อส่งผ่านเซลล์ข้อมูลต่อไป โดยในกรณีนี้ฟังก์ชัน LEC ทั้งสองอาจเก็บค่าแมคแอดเดรสและค่าเอทีเอ็มแอดเดรสของทั้งสองไว้ในตารางของแต่ละฟังก์ชันได้ (cache) ดังรูปที่ 10a, 10b, 10c, 10d และ 10e ตามลำดับ

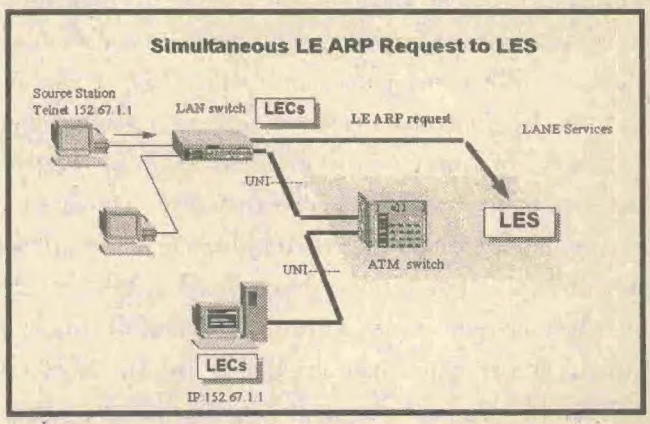
- การออกแบบมาตรฐาน LANE เนื่องจากมาตรฐาน LANE เป็นมาตรฐานที่มีฟังก์ชันการทำงานเทียบเท่ากับชั้นฟังก์ชันดาต้าลิงก์เลเยอร์ที่สองของมาตรฐานโอเอสไอ ดังนั้นอุปกรณ์เครือข่ายที่จะรองรับฟังก์ชันต่าง ๆ ของมาตรฐานนี้ (LECS, LES, BUS, LEC) ส่วนใหญ่จะต้องสามารถมีฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานในชั้นฟังก์ชันดาต้าลิงก์เลเยอร์ ซึ่งได้แก่อุปกรณ์เครือข่ายจำพวกอุปกรณ์การ์ดอินเตอร์เฟส (ATM NIC) บริดจ์ (Bridge) สวิตชิง (Switching) และเราเตอร์ (Router) โดยแต่ละชนิดจะรองรับฟังก์ชันใดก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบการต่อเชื่อมของแต่ละอุปกรณ์นั้น ๆ อย่างไรก็ตาม การต่อเชื่อมระบบเครือข่ายในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้อุปกรณ์เครือข่ายชนิดสวิตชิงเป็นส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์แลนสวิตชิง (LAN Switch) ที่ใช้เป็นอุปกรณ์เครือข่ายหลักที่เชื่อมระบบ



รูปที่ 8 การทำงานของฟังก์ชัน LEC กับฟังก์ชัน LES

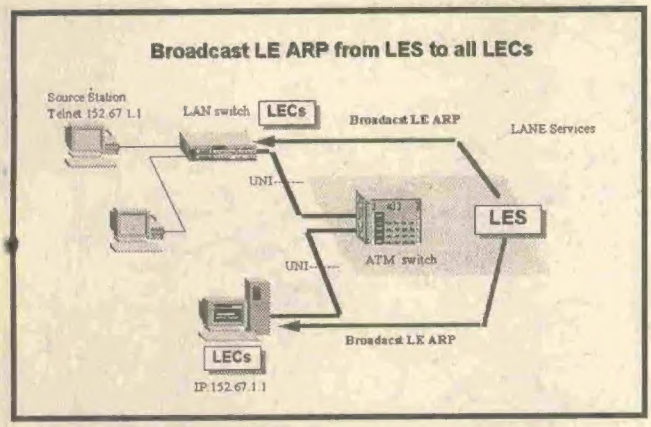


รูปที่ 9 การทำงานของฟังก์ชัน LEC กับฟังก์ชัน BUS

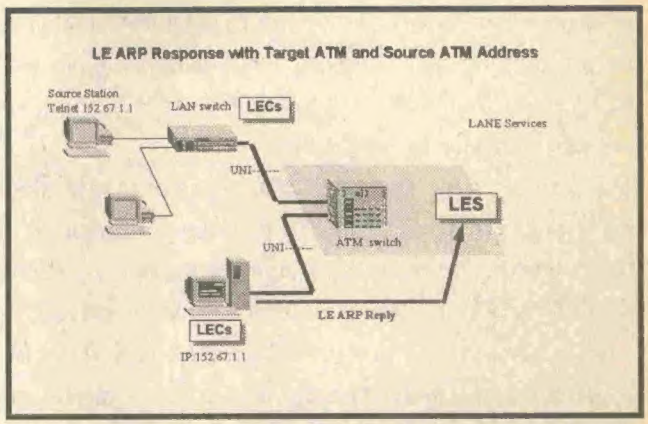


รูปที่ 10a ฟังก์ชัน LEC ต้นทางขอบริการ LANE ARP จากฟังก์ชัน LES

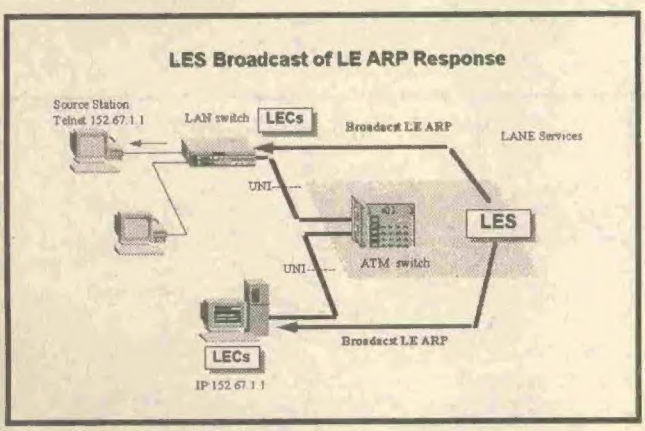
เครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น (อีเธอร์เน็ตและโทเค็นริง) และในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มก็จะใช้อุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ เป็นต้น โดยอุปกรณ์แลนสวิตช์จะมีพอร์ตอินเตอร์เฟสความเร็วสูงที่ต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่อุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ดังรูปที่ 11 ซึ่งเป็นรูปของการต่อเชื่อมระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น ระบบอีเธอร์เน็ตที่ใช้อุปกรณ์แลนสวิตช์เป็นอุปกรณ์หลักของระบบ โดยจะต่อกับอุปกรณ์ฮับ (HUB) เพื่อ



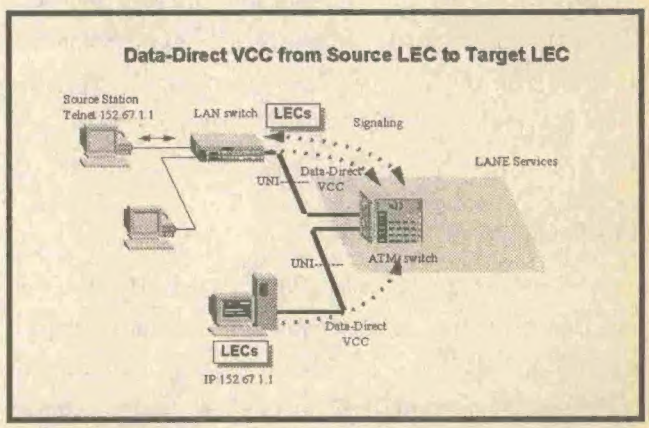
รูปที่ 10b ฟังก์ชัน LES ส่งเซลล์ควบคุมไปยังทุก ๆ ฟังก์ชัน LEC เพื่อหาแอดเดรส



รูปที่ 10c ฟังก์ชัน LEC ปลายทางตอบกลับฟังก์ชัน LES



รูปที่ 10d ฟังก์ชัน LES ตอบกลับฟังก์ชัน LEC ต้นทาง



รูปที่ 10e ฟังก์ชัน LEC ต้นทางสร้างวงจรเทียมโดยตรงกับฟังก์ชัน LEC ปลายทาง

ที่ต่อเชื่อมเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ของผู้ใช้ต่อไป ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นต่าง ๆ นั้นจะต่อเชื่อมถึงกันด้วยระบบเครือข่ายเอทีเอ็ม โดยในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มจะประกอบด้วยอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์จำนวนหนึ่ง ดังนั้นฟังก์ชัน LEC ของมาตรฐาน LANE จึงนิยมกำหนดให้อยู่ในฟังก์ชันหนึ่งของอุปกรณ์แลนสวิตช์ที่ต่อเชื่อมกับระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั่นเอง ส่วนฟังก์ชัน LECS, LES และ BUS อาจกำหนดให้อยู่ในฟังก์ชันการทำงานของแลนสวิตช์เครื่องใดเครื่องหนึ่งก็ได้ แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันมากนัก จะนิยมกำหนดให้อยู่ในฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์มากกว่า เพราะระบบเครือข่ายสามารถมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่ามาก สำหรับระบบเครือข่ายที่มีหลาย ๆ กลุ่มซับเน็ตเวิร์กหรือหลาย ๆ กลุ่มฟังก์ชัน LES/BUS ในปัจจุบันนั้นจะใช้อุปกรณ์เราเตอร์หรือแลนสวิตช์ที่สามารถทำงานในชั้นฟังก์ชันเน็ตเวิร์กเลยเยอร์สามได้ เป็นอุปกรณ์ส่งผ่านเซลล์ข้อมูลข้ามระบบเครือข่ายที่กลุ่มฟังก์ชัน LES/BUS แตกต่างกัน ซึ่งจะเรียกการต่อเชื่อมลักษณะนี้ว่า One-Arm ATM Router

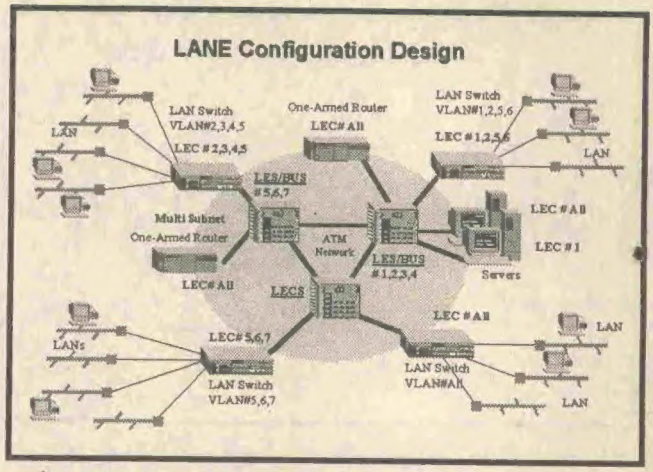
- มาตรฐาน LANE เวอร์ชัน 2 ในปัจจุบันมาตรฐาน LANE ที่ใช้งานกันนั้นเป็นมาตรฐานเวอร์ชันที่หนึ่ง (LANE V.1) ซึ่งจะกำหนดวิธีการทำงานเฉพาะการติดต่อสื่อสารระหว่างฟังก์ชัน LEC กับกลุ่มฟังก์ชันบริการต่าง ๆ LES, LECS และ BUS เท่านั้น ไม่ได้กำหนดวิธีการทำงานของกลุ่มฟังก์ชันบริการเหล่านั้นแต่อย่างใด ดังนั้นในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่มีจำนวนอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์หลายเครื่องด้วยกันจะต้องมีฟังก์ชันบริการ LES และ BUS ได้เฉพาะอุปกรณ์ของบริษัทผู้ผลิตบริษัทใดบริษัทหนึ่งเท่านั้น และในฟังก์ชัน LECS ก็มีได้ในอุปกรณ์เอทีเอ็มสวิตช์ได้เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น ซึ่งทำให้ในระบบเครือข่ายเอทีเอ็มที่มีขนาดใหญ่ซึ่งต้องการฟังก์ชันการสำรองของระบบเครือข่ายรวมทั้งฟังก์ชัน LECS, LES และ BUS นี้ด้วยจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครือข่ายเฉพาะของบริษัทผู้ผลิตเพียงบริษัทเดียวเท่านั้น ซึ่งในข้อจำกัดนี้สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมจะแก้ไขและปรับปรุงมาตรฐานเพิ่มเติมในช่วงต้นปีนี้ (พ.ศ. 2541) โดยจะประกาศออกเป็นมาตรฐาน LANE เวอร์ชันใหม่คือ มาตรฐาน LANE เวอร์ชันสอง มาตรฐาน LANE เวอร์ชัน

สองยังเพิ่มฟังก์ชันการทำงานในส่วนของการควบคุมชนิดของเซลล์ข้อมูลที่ส่งผ่าน (QoS : Quality Of Service) ซึ่งจะทำให้ระบบเครือข่ายเอทีเอ็มสามารถรองรับการใช้งานของระบบคอมพิวเตอร์ชนิด Video On Demand ได้ดียิ่งขึ้น

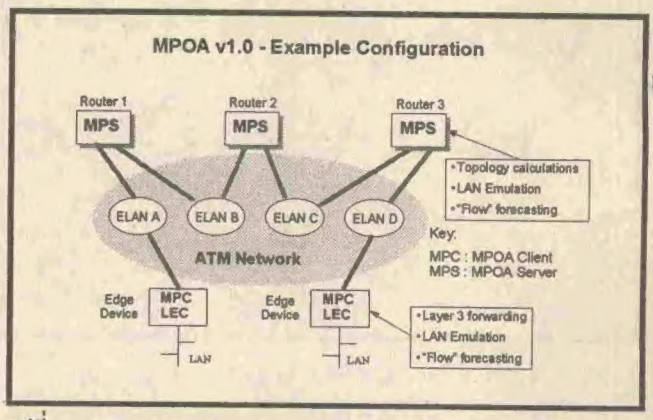
นอกจากมาตรฐาน LANE เวอร์ชันสองที่สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมจะประกาศใช้ในช่วงต้นปีนี้นั้น สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมยังจะได้ประกาศมาตรฐานใหม่ที่นำมาใช้งานควบคู่กับมาตรฐาน LANE เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้มากยิ่งขึ้น คือมาตรฐาน MPOA (Multi Protocol Over ATM) โดยฟังก์ชันการทำงานของมาตรฐานนี้ก็ยังมีโครงสร้างในลักษณะไคลเอนต์-เซอร์ฟเวอร์เช่นเดียวกันกับมาตรฐาน LANE เพียงแต่ว่าจะมีฟังก์ชันเทียบเท่ากับชั้นฟังก์ชันเน็ตเวิร์กเลเยอร์ที่สาม ซึ่งจะสามารถทำงานในระดับค่าไอพีแอดเดรสหรือค่าเน็ตเวิร์กแอดเดรสของระบบคอมพิวเตอร์ TCP/IP และระบบคอมพิวเตอร์ Netware ตามลำดับได้ โดยในรายละเอียดการทำงานของมาตรฐาน MPOA จะขอกล่าวรายละเอียดในฉบับหน้าพร้อมกับการทำงานของมาตรฐาน LANE เวอร์ชัน 2 และมาตรฐานอื่น ๆ ที่สำคัญ (UNI v.4, P-NNI)

ส่งท้าย

ในช่วงระยะเวลาไม่ถึง 3 ปีเต็มที่มีการนำเอาระบบเอทีเอ็มเข้ามาใช้งานในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นนั้นได้มีจำนวนไม่น้อยนับหลายร้อยระบบเครือข่ายทั่วโลกที่ใช้งานกันได้จริงและในประเทศไทยก็มีจำนวนไม่น้อยกว่าหลายสิบระบบเครือข่ายที่ใช้งานได้จริงเช่นกัน ดังนั้นคำกล่าวที่ว่าระบบเครือข่ายเอทีเอ็มยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน ไม่สามารถใช้งานกันได้จริง ก็ดูจะไม่สมเหตุสมผลเท่าไรนัก ซึ่งในข้อเท็จจริงระบบเอทีเอ็มเป็นระบบเครือข่ายที่สามารถใช้งานจริงได้ในปัจจุบัน เพียงแต่โครงสร้างของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มนั้นเป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาได้อย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา และเป็นเทคโนโลยีที่คาดว่าจะถูกนำมาใช้แทนเทคโนโลยีระบบเครือข่ายชนิดเก่า ๆ ทั้งในส่วนของระบบเครือข่ายระยะไกลและระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น ดังนั้นจึงมีการพยายามคิดค้นพัฒนาการทำงานหรือมาตรฐานต่าง ๆ ของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มให้ดียิ่งขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งก็คือมาตรฐานต่าง ๆ ที่สถาบันเอทีเอ็มฟอรัมออกประกาศใช้นั่นเอง สำหรับในประเทศไทยต้องเป็นที่ยอมรับกันว่าประเทศเราเป็นกลุ่มของผู้ใช้งานแทบทั้งหมด ดังนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจและทำการศึกษาเป็นอย่างดีกับทิศทางของการพัฒนาของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยเฉพาะกลุ่มมาตรฐานของสถาบันเอทีเอ็มฟอรัมซึ่งเป็นสถาบันเดียวที่ได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐานหลักของระบบเครือข่ายเอทีเอ็มทั้งหมด ถ้าผู้อ่านท่านใดสนใจที่จะศึกษารายละเอียดของระบบเอทีเอ็มมากยิ่งขึ้น สามารถจะค้นคว้าเพิ่มเติมได้ที่เวบไซท์ต่าง ๆ ของบรรดาบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์



รูปที่ 11 การออกแบบฟังก์ชัน LEC, LES, LECS และ BUS บนระบบเครือข่าย



รูปที่ 12 มาตรฐาน MPOA (Multi Protocol Over ATM)

เครือข่ายต่าง ๆ หรือที่เวบไซท์ของสถาบันเอทีเอ็มฟอรัมได้ที่ "www.atmforum.com" หรือว่าจะส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-Mail) ติดต่อโดยตรงมายังที่อยู่ข้างล่างนี้ได้ทุกเวลา ยินดีที่จะให้ข้อมูลเพิ่มเติมครับ

sathip_kongjantra@3mail.3com.com